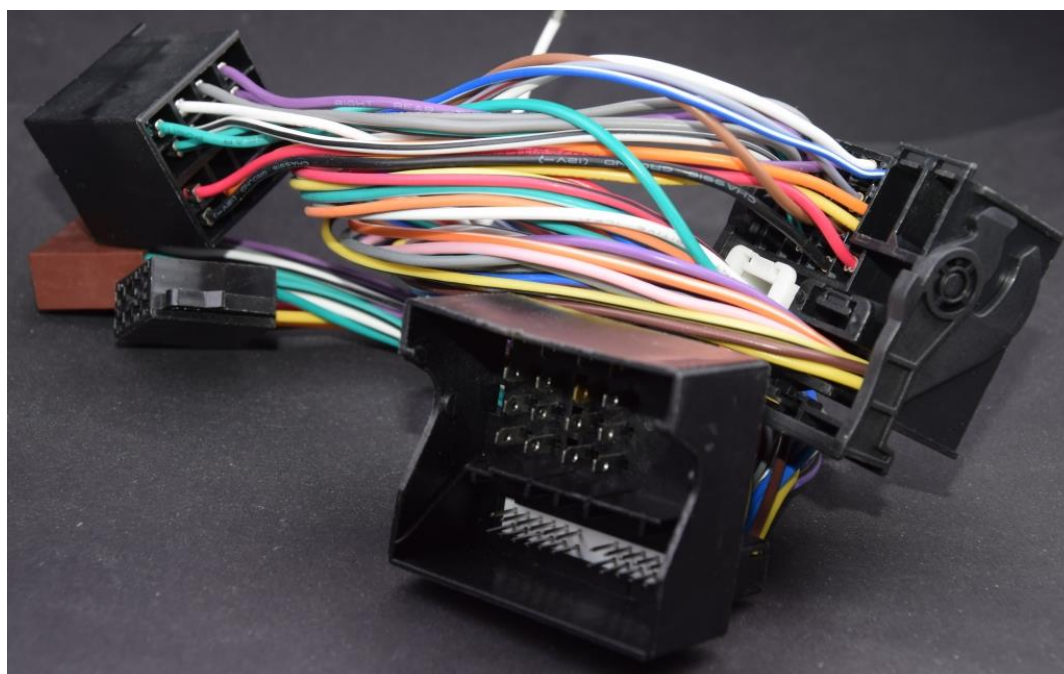


Grundlagen der Crimptechnik

Das Kompendium



<https://www.kabelforum.com>
email@kabelforum.de

Version/Auflage: 2022-11-22
© KabelForum - Volker Kratt

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort.....	25
1.1 Wichtige Hinweise zu dieser Dokumentation	26
1.2 Partner und Quellen	27
2. Einführung: die Technologien in der Kabelbearbeitung	28
2.1 Eine Tatsache.....	28
2.2 Die Verbindungstechnik Crimpen	29
2.3 Normen, Werknormen und Vorgaben für Crimpverbindungen	29
2.4 Die Verarbeitung von Litzenleitern aus Kupfer	31
2.5 Entwicklung von Crimpverbindungen.....	32
2.6 Der Übergangswiderstand – Das unterschätzte Qualitätskriterium	33
2.7 Zuordnungen: Nennquerschnitte und der Crimpkontakt	34
2.8 Die Aufgabenstellung in der Konfektion	35
2.9 Die Aufgabenstellung in der Crimptechnik	36
2.10 Erziehbare Qualität – Equipment.....	37
2.11 Der Übergang – Flexibler zu massivem Litzenverbund	38
2.12 Auswirkung von mechanischen Belastungen	39
2.13 Verbindungsvarianten und der Übergang im Vergleich	40
2.13.1 Übersicht	40
2.13.2 Lötverbindungen.....	41
2.13.2.1 Verzinnte Leitungen in Schraubklemmen	41
2.13.2.2 Löten in Steckergehäusen	42
2.13.2.3 Direktes Verlöten mit Bauteilen	42
2.13.2.4 Nachträgliches Verlöten von Crimpverbindungen	43
2.13.2.5 Direktes Verlöten eines Litzenverbundes in einen Crimpkontakt.....	43
2.13.3 Schraubklemme.....	44
2.13.3.1 Aderendhülsen und Schraubklemmen.....	44
2.13.4 Vorisolierter Quetschkabelschuh.....	45
2.13.5 Gedrehte Kontakte (Vierdornpressung).....	46
2.13.6 Offene Crimphülse.....	46
2.14 Entlastung des Überganges	47
2.15 Crimpkontakte, Kabelschuhe, Pressverbinder	48
2.15.1 Offene und geschlossene Crimphülsen.....	48
2.15.2 Die offene Crimphülse	48
2.15.3 Geschlossene Crimphülse	49
2.16 Crimp- und Pressformen in der Übersicht	50
2.16.1 Die offene Crimphülse	50
2.16.2 Die geschlossene Crimphülse.....	51
3. Der Leiter.....	53
3.1 Grundsätzlicher Aufbau des Leiters.....	53

3.2	Die Leiterklassen	54
3.3	Hinweise zur Verarbeitung von Leitermaterialien	54
3.4	Querschnitt – Nennquerschnitt	55
3.5	Die Isolation des Leiters	58
3.6	Leitungen mit reduzierter Isolation.....	59
3.7	Kupferzahl – Kupferpreis.....	60
3.8	Die AWG Nummer – Was bedeutet AWG.....	61
3.9	Bereitstellung / Zuführung von Kabel und Leitungen	62
3.9.1	Lagerung	62
3.9.2	Beschädigung der Isolation.....	63
3.9.3	Zugfreie Zuführung	64
3.9.4	Der Kabelspeicher	65
3.9.5	Durchhangsteuerung	67
3.9.6	Die Kabelrichtstrecke.....	68
3.9.7	Führung von Kabel und Leitungen	69
3.9.8	Zuführung von Kabel und Leitungen.....	69
3.9.9	Rollenantrieb	71
3.9.10	Bandantrieb.....	71
3.10	Greifen von Kabel und Leitungen	72
3.10.1	Allgemeines.....	72
3.10.2	Ausführung der Greiffläche	72
3.10.3	Greifertypen.....	73
3.10.4	Flache Greifer.....	73
3.10.5	Prismenform-Greifer	73
3.10.6	Formgreifer.....	74
3.11	Schneiden von Kabel und Leitungen	75
3.11.1	Allgemeines.....	75
3.11.2	Schneidmesser mit gerader Schneide.....	76
3.11.3	V – Schneidmesser.....	76
3.11.4	Die Kabelschere	77
3.11.5	Der Direkte Vergleich: Kabelschere vs. Seitenschneider	78
3.12	Abisolieren von Leitungen	79
3.12.1	Grundregeln beim Abisolieren.....	79
3.12.1	Anforderungen an das Abisolierergebnis (Norm).....	81
3.12.2	Abisolieraufgaben.....	82
3.12.3	Teilabzug des Isolationsrestes.....	83
3.12.4	Abisoliermesser - typen	83
3.12.5	Das gerade Abisoliermesser	84
3.12.6	V - Abisolier- und Schneidmesser	85
3.12.7	Matrizenform Abisolier- Schneidmesser	86
3.12.8	Matrizenform Abisoliermesser.....	86

3.12.9	Sondermesser - Messerkombinationen in Vollautomaten	87
3.12.10	Rotatives Abisolieren	88
3.12.11	Rotatives, stufenförmiges Abisolieren (Koax)	89
3.12.12	Abisolierverhalten der Isolation	90
3.12.12.1	Die Anordnung der Messerschneide zur Abzugsrichtung.....	90
3.12.12.2	Der Anpressdruck der Greifer	91
3.12.12.3	Der Anpressdruck der Vorschubrollen.....	92
3.12.12.4	Die Schneidqualität (Schärfe) der Abisoliermesser	95
3.12.13	Schneiden und Abisolieren – Systeme	96
3.12.13.1	Freiprogrammierbares Abisolieren auf Automaten.....	96
3.12.13.2	Abisolieren und Verdrillen	100
3.12.13.3	Der Messerblock.....	101
3.12.13.4	Der Messerblock (Komax)	104
3.12.13.5	Abläufe im Messerblock.....	104
3.12.14	Fehlerbeschreibungen beim Abisolieren.....	108
3.12.14.1	Übersicht.....	108
3.12.14.2	Einzeladern beschädigt und/oder abgeschnitten	109
3.12.14.3	Einzelader gezogen	110
3.12.14.4	Oberfläche der Einzeldrähte beschädigt – Stripper-Crimper	111
3.12.14.5	Isolation unsauber geschnitten.....	112
3.12.14.6	Isolationsfäden an der Schnittkante der Isolation.....	113
3.12.14.7	Isolation beschädigt	114
3.12.14.8	Isolationsreste auf den Einzeladern	115
3.12.14.9	Verdrallung der Einzeladern aufgehoben	116
3.12.14.10	Besenförmiges Leiterende	116
3.12.14.11	Abgeknickter Einzeldraht.....	116
3.12.14.12	Litzenverbund überdrallt.....	117
3.12.14.13	Schwankungen in der Abisolierlänge.....	118
3.12.14.14	Einzeladern stark oxidiert.....	118
3.13	Mehradrige Mantelleitungen	119
3.13.1	Allgemeines.....	119
3.13.2	Aufbau von mehradrigen Mantelleitungen	119
3.13.3	Schneiden von Mantelleitungen	120
3.13.4	Messertypen für Mantelleitungen	120
3.13.4.1	V-Schneide und Abisoliermesser	120
3.13.4.2	Matritzenform Messer	120
3.13.4.3	Sondermesser	121
3.13.5	Innenleiterbearbeitung	121
3.13.6	Dimensionierung von Abisoliermesser	122
3.13.7	Abmanteln – Schematischer Ablauf	123
3.13.8	Rotatives Abmanteln.....	124

3.13.9 Fehlerbeschreibungen	125
3.13.9.1 Unsauber geschnittener Mantel	125
3.13.9.2 Deformiertes Kabelende – Deformierte Innenleiter	125
3.13.9.3 Beschädigter Innenleiter	125
3.13.9.4 Beschädigung des Aussenmantels	126
3.13.10 Abmantelgeräte und Maschinen.....	127
3.13.10.1 Abmanteln per Hand.....	127
3.13.10.2 Manuelle Tischgeräte	127
3.13.10.3 Halbautomatisches Abmanteln.....	128
3.13.10.4 Vollautomatisches Schneiden und Abmanteln.....	128
3.14 Thermisches Abisolieren	129
4. Crimpen: Die offene Crimphülse	130
4.1 Grundlagen	130
4.1.1 Bezeichnungen - Definitionen	130
4.1.2 Die offene Crimphülse	130
4.1.3 Vor- und Nachteile von offenen Crimphülsen	131
4.1.4 Warum der Drahtcrimp einer offenen Crimphülse so aussieht	132
4.1.5 Verpressung – Verpressungsgrad in der offenen Crimphülse	133
4.1.6 Was bedeutet "Gasdichtheit"?.....	134
4.1.7 Der Füllquerschnitt – Auswirkung fehlender Einzeldrähte	135
4.1.8 Verlöten von Crimpverbindungen	136
4.1.9 Verarbeitungsformen von offenen Crimphülsen.....	138
4.1.9.1 Prägungen im Drahtcrimpbereich.....	138
4.1.9.2 Der gegurtete Crimpkontakt.....	138
4.1.9.3 Einzelkontakte	139
4.1.9.4 Der Rollcrimp.....	139
4.1.10 Crimpformen in der Übersicht	142
4.1.11 Zuordnungen	143
4.1.11.1 Zuordnung Crimpkontakt – Nennquerschnitt – Werkzeug.....	143
4.1.11.2 Zuordnung: Nennquerschnitt des Leiters zum Crimpkontakt.....	144
4.1.11.3 Zuordnung: Isolationsdurchmesser des Leiters zum Crimpkontakt	145
4.1.12 Das Kammerspiel	146
4.1.12.1 Auswirkungen von fehlendem Kammerspiel.....	147
4.2 Die Bereiche der Crimpverbindung in der Übersicht.....	148
4.3 Leitung und Leitungspositionen	149
4.3.1 Die Abisolierlänge.....	149
4.3.2 Einlegen und Positionieren der abisolierten Leitung in den Crimpkontakt.....	150
4.3.2.1 Leiterende/Leiterüberstand	150
4.3.2.2 Position Leiter und Seal im Crimpkontakt.....	150
4.3.2.3 Position der Einzelleiterabdichtung (Seal)	151
4.3.2.4 Leitung einlegen: MQC Crimpwerkzeuge	151

4.3.2.5	Leitung einlegen: MQC Crimpwerkzeuge im Crimp-Vollautomat.....	153
4.3.2.1	Leitung einlegen: Die Handcrimpzange.....	154
4.4	Der Drahtcrimpbereich	156
4.4.1	Drahtcrimp: Eine Crimpverbindung erstellen	157
4.4.2	Crimpmaße.....	158
4.4.2.1	Die Drahtcrimphöhe.....	158
4.4.2.2	Toleranzen	159
4.4.2.3	Die Drahtcrimphöhe und die Eigenschaften der Crimpverbindung	160
4.4.2.4	Die Crimphöhe - ein Kompromiss	160
4.4.2.5	Crimpmaße und das Schliffbild	161
4.4.2.6	Die Drahtcrimpbreite.....	162
4.4.3	Der Auslauf hinten (Trompete, Bellmouth).....	163
4.4.3.1	Aufgabe und Entstehung	164
4.4.3.2	Der Drahtcrimper und der Auslauf.....	165
4.4.3.3	Größe des Auslaufes hinten.....	165
4.4.3.4	Einstellen der Ausläufe: MQC Sidefeed	166
4.4.3.5	Einstellen der Ausläufe - MQC Endfeed.....	167
4.4.3.6	Bildung des Auslaufes bei Handcrimpwerkzeugen	168
4.4.3.7	Schwankungen bei der Größe und Ausführung der Ausläufe.....	169
4.4.3.8	Auswirkungen bei einem fehlendem hinteren Auslauf.....	170
4.4.3.9	Ursachen für das Fehlen eines Auslaufes	171
4.4.3.10	Auswirkungen bei zu großem hinteren Auslauf.....	171
4.4.4	Der Auslauf vorne.....	173
4.4.5	Grathöhe und Gratbreite am Crimpboden	174
4.4.6	Anzahl der Erfassten Einzeldrähte und Abisolierergebnis.....	175
4.4.7	Ausführung der Crimpflanken.....	175
4.4.7.1	Symmetrie der Crimpflanken.....	177
4.4.7.2	Position und Lage der Spitzen der Crimpflanken.....	177
4.4.7.3	Bodendicke Crimpkontakt.....	177
4.4.7.4	Abstützhöhe	177
4.4.7.5	Abstützwinkel	177
4.4.7.6	Fehlerbeschreibung - Einrollen der Crimpflanken	178
4.5	Der Isolationscrimp	184
4.5.1	Isolationscrimpformen und Anforderungen	184
4.5.1.1	Isolationscrimpformen in der Übersicht	184
4.5.1.2	Festlegen der Isolationscrimpmaße	185
4.5.1.3	Biegeprüfung	185
4.5.1.4	Wickelprüfung.....	186
4.5.1.5	Die Isolationscrimpform B/F	187
4.5.1.6	Fehler: Isolationscrimp B/F	187
4.5.1.7	Isolationscrimp B/F Sonderform	188

4.5.1.8	Überlappungscrimp.....	188
4.5.1.9	Entstehung eines Überlappungscrimp.....	188
4.5.1.10	Fehler: Überlappungscrimp.....	189
4.5.1.11	Asymmetrischer Umfassungscrimp.....	190
4.5.1.12	Fehler: Asymmetrischer Umfassungscrimp.....	190
4.5.1.13	Asymmetrischer Umfassungscrimp (mit Seal).....	191
4.5.1.14	Fehler Asymmetrischer Umfassungscrimp (mit Seal).....	191
4.5.1.15	Symmetrischer Umfassungscrimp mit Seal.....	191
4.5.1.16	Fehler: Symmetrischer Umfassungscrimp mit Seal.....	191
4.5.1.17	Isolationscrimp: Lageabweichung und Kontaktgeometrie.....	192
4.5.1	Lageabweichung (Abkippen) der Isolationscrimpplanken.....	193
4.6	Sealbestückung – Einzelleiterabdichtung.....	194
4.6.1	Der Seal.....	194
4.6.2	Zuordnung Seal zu Crimpkontakt.....	195
4.6.3	Vereinzelung - Zuführen von Seals.....	195
4.6.4	Absetzen von Seals auf der Leitung.....	197
4.6.5	Automatische Kontrolle der Sealposition.....	198
4.6.6	Isolationscrimpformen für die Verarbeitung von Seals.....	199
4.6.7	Montage von Crimpkontakten mit Seals.....	199
4.7	Übergang / Anbindung Drahtcrimp zum Funktionsbereich (Transition).....	200
4.8	Der Funktionsbereich.....	201
4.8.1	Formschlüssige Verbindungen.....	201
4.8.2	Gefederte Kontaktflächen.....	202
4.8.1	Der Kontaktbereich.....	203
4.8.2	Die Steckdicke.....	204
4.8.3	Steckkraft – Zugkraft.....	204
4.8.4	Rastfunktion – Rastnasen.....	205
4.8.5	Beschädigungen durch Funktionsprüfungen.....	206
4.9	Symmetrien in der Crimpverbindung.....	207
4.9.1	Symmetrie: Lageabweichung (Verbiegen) DC/IC.....	207
4.9.2	Lageabweichung Kontaktbereich zum Crimpbereich.....	209
4.9.3	Verdrehung von DC/IC Bereich zum Kontaktbereich.....	210
4.10	Der Trennsteg – Anbindung an den Trägerstreifen.....	212
4.10.1	Die Trennsteglänge.....	212
4.10.2	Trennsteglänge bei Einzelleiterabdichtungen (Seal).....	212
4.10.3	Trennsteglänge im Crimpwerkzeug MQC Endfeed einstellen.....	212
4.10.4	Trennsteglänge im Crimpwerkzeug MQC Sidefeed.....	213
4.10.5	Fehlerbeschreibungen: Trennsteglänge:.....	214
4.10.5.1	Sidefeed – Trennsteg hinten zu lang.....	214
4.10.5.2	Endfeed – Trennsteg hinten zu lang.....	215
4.10.5.3	Sidefeed – Trennsteg hinten zu kurz.....	216

4.10.5.4	Endfeed - Trennsteg hinten zu kurz	217
4.10.5.5	Schwankungen in der Länge der Trennstege	218
4.10.6	Der Trennsteg – Der Grat	219
4.10.6.1	Trennsteg Grat – Fehlerbeschreibung	219
4.11	Die „Haifischkralle“	221
4.12	Der mehrgliedrige Clip	222
4.13	Der mehrgliedrige Clip – Verschleißteile	223
4.14	Der Clip mit und ohne Isolationscrimp	224
5.	Prüfverfahren und Anwendung	225
5.1	Grundlagen und allgemeine Informationen	225
5.1.1	Prüfungen als Fehlerquelle	227
5.1.2	Welche Prüfung erkennt welche Fehler	229
5.1.3	Wann welche Prüfung durchführen?	230
5.1.4	Fertigungsbegleitende Prüfungen in Bezug auf das Verarbeitungsequipment	231
5.1.5	Sonderfreigabe – Die Risikobewertung einer Crimpverbindung	232
5.2	Sichtprüfung	233
5.2.1	Das Sichtprüfprotokoll	233
5.3	Messen der Crimpmaße	234
5.3.1	Die Drahtcrimphöhe -Offene Crimphülse	234
5.3.2	Messwerkzeuge – Offene Crimphülse	234
5.3.3	Das Messverfahren – Offene Crimphülse	236
5.3.4	Die Drahtcrimpbreite – Offene Crimphülse	237
5.4	Auszugstest	238
5.4.1	Allgemeines	238
5.4.2	Anforderungen an den Auszugstester	238
5.4.2.1	Auszugstester - Typen	238
5.4.2.2	Aufnahme für Crimpkontakte	239
5.4.2.3	Klemmeinrichtung für die Leitung	240
5.4.3	Vorbereitungen zum Test	241
5.4.4	Der Auszugstest – Prüfablauf	241
5.4.5	Optische Bewertung beim Auszugstest	242
5.4.6	Fehler und Störkräfte bei der Durchführung des Auszugstestes	243
5.4.6.1	Geschlossene Isolationscrimpflanken / Isolationsfixierung	243
5.4.6.2	Nachträgliches Öffnen der Isolationscrimpflanken	243
5.4.6.3	Halten des Prüflings mit der Hand	244
5.4.6.4	Abknicken des Crimpkontaktes in der Kontaktaufnahme	244
5.4.6.5	Ruckartiger, schneller Auszug	245
5.4.7	Anwendungsbeispiele:	245
5.4.8	Die Auszugskraft in Abhängigkeit mit der Drahtcrimphöhe	246
5.4.9	Auszugswerte offene Crimphülse	247
5.4.10	Auszugswerte Pressverbindung	247

5.5	Schliffbilderstellung	248
5.5.1	Grundsätzliches.....	248
5.5.2	Position der Schliffebene	250
5.5.3	Trennen und Polieren des Crimpkontaktes.....	250
5.5.4	Reinigung der Schliffebene	251
5.5.5	Ausmessen der Crimpgeometrie.....	251
5.5.6	Fehler bei der Schliffbildbeurteilung	251
5.5.7	Beispiel einer Schliffbilddokumentation	252
5.5.8	Warum ein Crimp so aussieht – Offene Crimphülse	254
5.5.9	Die Grenzen der Technologie Crimpen – Offene Crimphülse	255
5.5.10	Bewertungskriterien bei Schliffbildern.....	256
5.6	Crimpkraftüberwachung und die offene Crimphülse.....	257
5.6.1	Die Philosophie.....	257
5.6.2	Schematischer Aufbau.....	258
5.6.3	Der "Piezo-Effekt"	258
5.6.4	Der Kraftverlauf	259
5.6.5	Kräfte in Abhängigkeit vom Leiterquerschnitt.....	259
5.6.6	Störkräfte.....	260
5.6.6.1	Die Crimpmaschine	260
5.6.6.2	Werkzeugaufnahme in der Crimpmaschine.....	261
5.6.6.3	Werkzeuggrundplatte.....	262
5.6.6.4	Das Crimpwerkzeug	263
5.6.6.5	Der Crimpkontakt.....	264
5.6.6.6	Die abisolierte Leitung	264
5.6.7	Der Lern- oder Kalibriervorgang (Teach In)	265
5.6.8	Fehlererkennung – Toleranzen – Headroom	267
5.6.1	Der Drift der Kraftverlaufskurve.....	268
5.6.2	Die Driftkompensation.....	268
5.6.3	Was erkennt eine Crimpkraftüberwachung – Die Praxis	269
5.7	Slow-Motion-Test	270
5.7.1	Grundlagen.....	270
5.7.2	Prüfung.....	271
5.7.3	Erforderliche Veränderungen	272
5.7.4	Fehlerquelle: Drahtcrimper.....	273
5.7.5	Alternative Verarbeitung	275
6.	Maschinentechnik.....	276
6.1	Grundsätzliches	276
6.2	Maschinentypen.....	277
6.3	Aufbau einer Crimpmaschine	278
6.3.1	Die Werkzeugaufnahme	279
6.3.2	Der Maschinenhub.....	280

6.3.3	Standards Crimpmaschinen – Der untere Totpunkt	280
6.3.4	Die Einstellung des unteren Totpunktes	281
6.3.5	Alternative Einstellung der Crimphöhe	282
6.3.6	Einsetzen von Crimpwerkzeugen	283
6.3.7	Maschinenfähigkeit	284
6.4	Der Stripper-Crimper (Offene Crimphülse).....	285
6.4.1	Grundlagen und Philosophie	285
6.4.1	Stripper-Crimper: Die Funktionseinheiten	285
6.4.2	Der Stripper-Crimper: Der Arbeitszyklus.....	286
6.4.3	Stripper-Crimper: Funktionsvarianten.....	289
6.4.3.1	Variante 1: Abisoliereinheit in der Arbeitslinie	290
6.4.3.2	Variante 2: Die Abisoliereinheit ist außerhalb des Crimpwerkzeuges	291
6.4.3.3	Variante 2 - Fehler	293
6.4.4	Stripper-Crimper: Die Greifereinheit	294
6.4.4.1	Fehler in der Greifereinheit	295
6.4.5	Die Abisoliereinheit	296
6.4.5.1	Funktionsweise des Sensors im Stripper-Crimper	296
6.4.5.2	Abisoliermesser: Anforderungen	297
6.4.5.3	Einstellen der Abisoliereinheit	298
6.4.5.4	Abisoliermesser: Einstellung OK	300
6.4.5.5	Fehler - Oberfläche der Einzeldrähte ist angekratzt.....	301
6.4.5.6	Wegbegrenzung – Der Anschlag für die Leitung	302
6.4.5.7	Einstellfehler - Abzugskraft Abisolierrest zu groß.....	305
6.4.6	Einlegen der Leitung	306
6.4.6.1	Das richtige Einlegen der Leitung	306
6.4.6.2	Fehler – Leitung beim Einlegen gebogen	307
6.4.6.3	Fehler - Leitung schräg eingeführt.....	308
6.4.7	Das Crimpwerkzeug	309
6.4.8	Fehler: Leitung ist „Hohl“	310
6.4.9	Der Nullschnitt	311
6.4.9.1	Nullschnitt: Halb- oder Vollautomatisch	311
6.4.9.2	Nullschnitt: Manuell.....	313
7.	Crimpwerkzeugtechnik (MQC) – Offene Crimphülse.....	314
7.1	Übersichten.....	314
7.1.1	Werkzeugtypen.....	314
7.1.2	Definitionen im Crimpwerkzeug MQC.....	315
7.1.3	Erzielbare, reproduzierbare Qualität.....	316
7.1.4	Auswirkung von Werkzeugeinstellungen - Beispiel: Kontaktposition	317
7.2	Grundsätzlicher Aufbau von Crimpwerkzeugen MQC	378
7.2.1	Referenzen im Crimpwerkzeug MQC Sidefeed	379
7.2.2	Referenzen im Crimpwerkzeug MQC Endfeed	381

7.3	Crimper, Amboss, Schneideeinheit.....	381
7.3.1	Zuordnung der Verschleißteile	381
7.3.1	Drahtcrimper und Isolationscrimper.....	382
7.3.1.1	Der „gekröpfte“ Crimper.....	383
7.3.2	Der Amboss.....	384
7.3.3	Die Schneideinheiten	385
7.3.3.1	Schneideeinheit für Crimpwerkzeuge MQC Sidefeed	385
7.3.3.2	Schneideeinheit für Endfeed Werkzeug	386
7.4	Einstellen der Crimphöhen	388
7.4.1	Werkzeugköpfe in der Übersicht	388
7.4.2	Schieberkopf	388
7.4.3	Drehscheibe mit mehreren fest eingestellten Crimphöhen	389
7.4.4	Drehscheibe mit stufenloser Einstellung.....	389
7.4.5	Der Anpressblock in seinen wichtigsten Bestandteilen	390
7.4.6	Einstellen der Crimphöhen – Das Prinzip	391
7.5	Der Vorschub des Crimpkontaktes	392
7.5.1	Vorschubvarianten - Vorschubkurve.....	392
7.5.2	Das Prinzip des mechanischen Vorschubes.....	393
7.5.3	Der pneumatische Vorschub.....	399
7.6	Anschlag - Abstreifer als Positionierhilfe	401
7.7	Sensorauslösung als Positionierhilfe	402
7.8	Der Abstreifer.....	403
7.9	Niederhaltersysteme	405
7.9.1	Funktion und Einsatzbereich.....	405
7.9.2	Niederhaltersysteme für Sidefeed und Endfeed Crimpwerkzeuge	406
7.9.3	Niederhalter für Sidefeed-Crimpwerkzeuge	407
7.10	Crimpwerkzeug MQC Endfeed: Einstellungen	408
7.10.1	Der Vorschub – Positionieren des Crimpkontaktes.....	408
7.10.2	Vorschub: Einstellen der Ausläufe hinten und vorne.....	409
7.10.3	Vorschub: Einstellen der Trennstege vorn und hinten.....	410
7.10.4	Vorschub: Fehlerhafte Kontaktposition.....	413
7.10.4.1	Crimpkontakt wird <u>nicht weit genug</u> transportiert	413
7.10.4.2	Crimpkontakt wird <u>zu weit</u> transportiert.....	414
7.10.4.3	Lageabweichung (Abkippen) der Isolationscrimpflanken	415
7.10.5	Der Vorschub – Die Hubgröße	416
7.10.6	Die Kontaktbremse	418
7.10.7	Kontaktführung im Endfeed Werkzeug.....	419
7.10.1	Schneideeinheit zum Trennen der Crimpkontakte	421
7.10.1.1	Zusammenstellung der Schneideeinheit.....	421
7.10.1.2	Einstellfehler - Schneideeinheit.....	422
7.10.1.3	Die Gratbildung am Trennsteg	422

7.10.2	Vorschubfinger	423
7.11	Crimpwerkzeug MQC Sidefeed: Einstellungen.....	424
7.11.1	Der Vorschub: Positionieren des Crimpkontaktes.....	425
7.11.2	Der Vorschub: Fehlerhafte Kontaktposition	426
7.11.3	Der Vorschub – Die Hubgröße	426
7.11.4	Die Kontaktbremse	427
7.11.5	Kontaktführung & Werkzeuggestisch	428
7.11.5.1	Das Kontaktspiel in der Kontaktführung:	428
7.11.5.2	Kontaktspiel: Fehlerhafte Einstellung:	428
7.11.5.3	Einstellen der Kontaktposition.....	429
7.11.6	Der Vorschubfinger.....	431
7.11.7	Die Schneideeinheit.....	432
7.11.7.1	Aufbau und Funktion der Schneideeinheit	433
7.11.7.2	Fehlerhafte Einstellungen	434
7.12	Die Wartung von Crimpwerkzeugen	434
7.12.1	Abnutzung & Verschleiß im Crimpwerkzeug.....	434
7.12.2	Die Funktionsflächen im Drahtcrimper.....	434
7.12.2.1	Mechanische Beanspruchung des Drahtcrimpers.....	436
7.12.2.2	Verschleiß beim Isolationscrimper.....	437
7.12.2.3	Verschleiß beim Amboss	438
7.12.2.4	Verschleiß in den Schneideeinheiten	439
7.12.3	Verschleißteilwechsel	440
7.12.3.1	Wann wird der Verschleißteilwechsel durchgeführt?.....	440
7.12.3.2	Die „Einricht-Crimpmaschine“	441
7.12.3.3	Der Verschleißteilwechsel: Schritt für Schritt	442
7.12.3.4	Verschleißteilwechsel - Drahtcrimp & Isolationscrimp.....	443
7.12.3.5	Verschleißteilwechsel - Schneideeinheit Sidefeed.....	444
7.12.3.6	Verschleißteilwechsel - Schneideeinheit Endfeed.....	446
7.12.4	Beispiel für einen Wartungsplan.....	447
7.12.5	Sichtprüfung von Verschleißteilen	448
7.12.5.1	Draht- und Isolationscrimp	448
7.12.5.2	Der Amboss.....	449
7.12.5.3	Schneideeinheit	449
7.12.6	Sichtprüfung im Crimpwerkzeug.....	450
7.12.7	Lagerung von Crimpwerkzeugen.....	450
8.	Handwerkzeuge in der Kabelbearbeitung – Schneiden & Abisolieren	451
8.1	Wichtige Informationen zum Arbeiten mit Handwerkzeugen.....	451
8.2	Schneiden von Kabel und Leitungen	451
8.2.1	Die Kabelschere	452
8.2.2	Der Direkte Vergleich: Kabelschere vs. Seitenschneider	453
8.3	Abmanteln mit Handwerkszeugen	454

8.3.1	Abmanteln von Mantelleitungen	454
8.3.1.1	Allgemeines.....	454
8.3.2	Aufbau von mehradrigen Mantelleitungen	454
8.3.3	Fehlerbeschreibungen	455
8.3.4	Handwerkzeuge zum Abmanteln.....	456
8.4	Abisolieren mit Handwerkzeugen	457
8.4.1	Grundregeln beim Abisolieren.....	457
8.4.2	Anforderungen an das Abisolierergebnis.....	458
8.4.3	Abisoliermesser – Typen für Abisolierzangen.....	458
8.4.4	Abisolierzange mit geraden Abisoliermesser	459
8.4.5	Abisolierzange mit V-Abisoliermesser	460
8.4.6	Abisolierzange mit Matritzenformmesser.....	460
8.4.7	Fehlerbeschreibungen beim Abisolieren mit Handwerkzeugen	462
8.4.7.1	Übersicht.....	462
8.4.7.2	Einzeladern beschädigt und/oder abgeschnitten	463
8.4.7.3	Einzelader gezogen	463
8.4.7.4	Oberfläche der Einzeldrähte angekratzt	464
8.4.7.5	Isolation unsauber geschnitten.....	464
8.4.7.6	Isolationsfäden an der Schnittkante der Isolation.....	465
8.4.7.7	Isolation beschädigt	466
8.4.7.8	Isolationsreste auf den Einzeladern	467
8.4.7.9	Verdrallung der Einzeladern aufgehoben	467
8.4.7.10	Besenförmiges Leiterende	467
8.4.7.11	Einzeldraht abgeknickt.....	468
8.4.7.12	Litzenverbund überdrallt	469
8.5	Arbeitsanweisung für das Abisolieren mit Handwerkzeugen	470
8.5.1	Standard Abisolierzange.....	470
8.5.2	Handabisolierzange mit Matritzenformmesser.....	471
8.5.3	Kontrolle der Abisoliererergebnisse:.....	471
9.	Handcrimpzange: Verarbeitung von offenen Crimphülsen.....	472
9.1	Vorwort und Grundsätzliches.....	472
9.2	Erziehbare, reproduzierbare Qualität	475
9.3	Checkliste für eine gute Crimpverbindung	476
9.4	Anforderungen an die Handcrimpzange.....	476
9.5	Handcrimpzangen – Typen	477
9.6	Handcrimpzangen - Typen und die Unterschiede	478
9.7	Bereiche der Handcrimpzange in der Übersicht	479
9.8	Die Positionierhilfe (Locator).....	480
9.9	Verschleiß, Presskraft – Das Einstellrad	480
9.10	Das Crimpgesenk - Zuordnungen.....	481
9.11	Notentriegelung – Öffnen der Handcrimpzange	484

9.12	Handling von Handcrimpzangen.....	485
9.13	Die Tischhalterung	485
9.14	Den Crimpkontakt vorbereiten	489
9.14.1	Die Trennsteg.....	490
9.14.2	Crimpkontakte vereinzeln - Werkzeuge.....	490
9.15	Arbeiten mit der Handcrimpzange – Offene Crimphülse.....	491
9.15.1	Crimpkontakt positionieren – Einlegetiefe.....	491
9.15.2	Crimpkontakt positionieren - Lage im Gesenk	494
9.15.3	Einlegen der abisolierten Leitung	496
9.15.4	Die abisolierte Leitung im Crimpkontakt positionieren.....	497
9.16	Crimpergebnis bewerten	498
9.17	Die häufigsten Fehler in der Übersicht.....	499
9.18	Schlechtes Crimpergebnis – Was tun?	500
9.19	Abschneiden und auf ein Neues!	501
9.20	Kalibrieren - Überprüfen – Wartung.....	502
9.20.1	Kalibrieren von Handcrimpzangen	502
9.20.2	Wartung von Handcrimpzangen.....	502
9.20.3	Überprüfen von Handcrimpzangen.....	502
9.20.4	Positionierhilfe (Locator) überprüfen.....	503
9.20.5	Crimpqualität überprüfen:.....	503
9.21	Arbeitsanweisung: Erstellen einer Crimpverbindung	504
9.21.1	Abisolierlänge ermitteln.....	504
9.21.2	Standard Abisolierzange	504
9.21.3	Abisolierzange mit Matritzenformmesser.....	505
9.21.4	Abisolierergebnis überprüfen	505
9.21.5	Handcrimpzangen für offene Crimphülsen	506
9.21.6	Freigabe & Qualitätscheck.....	506
9.21.7	Herstellen einer Crimpverbindung	506
9.21.7.1	Crimpkontakte vereinzeln	506
9.21.7.2	HCZ mit Positionierhilfe	507
9.21.7.3	HCZ ohne Positionierhilfe	507
9.21.7.4	Sichtprüfung	508
10.	Die geschlossene Crimphülse.....	509
10.1	Kontaktvarianten und Pressformen.....	509
11.	Aderendhülsen.....	511
11.1	Grundlagen	511
11.2	Aderendhülsen - Typen	513
11.3	Pressformen	514
11.4	Mit und ohne Kunststoffkragen	515
11.5	Aufbau einer Aderendhülse	515
11.6	Der Leiterüberstand	516
11.7	Die Abisolierlänge	516

11.8	Zuordnungen	516
11.9	Anforderung an die Verpressung	517
11.10	Verarbeitung von Aderendhülsen	518
11.11	Erstellen einer Crimpung mit Aderendhülsen	519
11.12	Erstellen einer Crimpverbindung mit Handwerkzeugen	519
11.12.1	Abisolierlänge ermitteln	519
11.12.2	Abisolierlänge in der Abisolierzange einstellen	520
11.12.3	Crimpverbindung mit Aderendhülse erstellen	520
11.13	Sichtprüfung & Fehlerbeschreibungen	521
11.14	Verdeckte Fehler	521
11.15	Montage von Leitungen mit Aderendhülsen	523
11.16	Das Schliffbild	523
11.17	Der Auszugstest	524
11.18	Auszugswerte für Aderendhülsen	525
11.19	Farbcode für Aderendhülsen	525
12.	Gedrehte Kontakte – Vierdorn Pressung	526
12.1	Allgemeines	526
12.2	Kontaktform	526
12.3	Aufbau und Geometrie	527
12.4	Anforderungen an das Kontaktmaterial	527
12.5	Verarbeitung von gedrehten Crimpkontakten	528
12.6	Die Handcrimpzange	529
12.7	Verschleiß in Crimpzangen	529
12.8	Positionierhilfe - Locator	531
12.9	Die Pressdorne	531
12.10	Positionieren und Crimpen	532
12.11	Der Crimpvorgang im Schliffbild	533
12.12	Fehlerbeschreibungen	534
12.12.1	Deformierter Crimpkontakt	534
12.12.2	Deformierter Crimpkontakt NACH dem Verpressen	534
12.12.3	Verdeckte Fehler	535
12.12.4	Abgebrochene Einzeldrähte	535
12.12.5	Schliffbilder	536
12.13	Erstellen einer Crimpverbindung: Gedrehte Crimpkontakte	537
12.13.1	Vorbereitung zur Crimpung: Abisolieren	537
12.13.2	Vorbereitung zur Crimpung: Überprüfen der Handcrimpzange	538
12.13.3	Vorbereitung zur Crimpung: Einstellen der Handcrimpzange	539
12.13.4	Eine Crimpverbindung erstellen	540
12.13.1	Sichtprüfung der Crimpverbindung	541
13.	Isolierte Crimphülsen (Quetschkabelschuh)	542
13.1	Verarbeitungsformen	542
13.2	Handcrimpzange und Gesenke	542

13.3	Crimpwerkzeuge	542
13.4	Verpressung über die Isolationshülle	543
13.5	Fehler: Der Weißbruch	544
13.6	Kontaktzuordnung – Farbcode	544
13.7	Aufbau von vorisolierten Crimpkontakten.....	545
13.7.1	Normale Ausführung – Ohne Isolationsfixierung.....	545
13.7.2	Vorisolierte Crimphülsen mit Isolationsfixierung.....	546
13.1	Anforderungen an die Crimpverbindung	548
13.2	Lage im Crimpwerkzeug.....	549
13.3	Mehrfachcrimp	550
13.4	Querschnittsdifferenzen ausgleichen	550
13.5	Prüfen von vorisolierten Crimphülsen	551
13.5.1	Isolationsfixierung.....	551
13.5.2	Auszugstest.....	552
13.5.3	Die Sichtprüfung.....	552
13.5.4	Das Schliffbild.....	553
13.5.5	Sichttafel: Fehler beim Verarbeiten von vorisolierten Quetschkabelschuhen.....	554
13.6	Vorisolierter Stoßverbinder	554
14.	Die geschlossene Crimphülse.....	555
14.1	Kontaktvarianten und Pressformen.....	555
14.2	Qualitätsanforderung - Das Schliffbild.....	556
14.3	Presskabelschuh – Rohrkabelschuh – Quetschkabelschuh	557
14.3.1	Rohrkabelschuhe für Sonderanwendungen.....	558
14.3.2	Kontaktmaterial für Kabelschuhe.....	558
14.3.3	Die Leiterklassen	558
14.4	Sechskantpressung.....	559
14.4.1	Kontakttypen	560
14.4.1.1	Presskabelschuh	560
14.4.1.2	Stoßverbinder.....	560
14.4.2	Sechskantpressung von CU & AL - Verbindern (Rohrkabelschuh/Pressverbinder) .	561
14.4.3	Anzahl der Pressungen.....	562
14.4.4	Die Pressfolge	562
14.4.5	Sichttafel: Fehlerhafte Pressungen	563
14.4.6	Herstellung einer Pressverbindung	564
14.4.7	Messen einer Sechskantpressung	566
14.5	Die Dornpressung	567
14.5.1	Der Quetschkabelschuh	567
14.5.2	Erstellung einer Dornpressung.....	569
14.6	Tiefdornpressung – AL-Verbinder.....	570
14.6.1	Allgemeine Informationen	570
14.6.2	Schematischer Aufbau.....	570

14.6.3	Einfach- und Doppelpressung.....	571
14.7	Weitere Pressformen.....	572
14.7.1	Das Duale System.....	572
14.7.2	Kerbpressung – Kerbung	573
15.	Splicetechnik.....	574
15.1	Allgemeine Information.....	574
15.2	Die Splicemaschine.....	574
15.3	Aufbau einer Splicemaschine	575
15.4	Das Spliceband.....	575
15.5	Die Verarbeitung von Massiv- & Lackdrähten	576
15.6	Zuordnungen & Kombinationen	577
15.6.1	Litzenleiter mit Litzenleiter.....	577
15.6.2	Litzenleiter mit Massivdraht.....	577
15.6.3	Massivleiter mit Massivleiter	578
15.7	Der grundsätzliche Ablauf - Erstellung einer Spliceverbindung.....	579
15.8	Positionierungen in der Spliceverbindung	580
15.9	Messen & Prüfen	582
15.9.1	Prüfen als Fehlerquelle	582
15.9.2	Sichtprüfung von Spliceverbindungen	582
15.9.3	Schliffbild erstellen und bewerten.....	583
15.9.4	Die Schliffbildebene in der Spliceverbindung festlegen.....	583
15.9.5	Einrollen der Crimpflanken.....	584
15.9.6	Crimpmaße messen	585
15.9.7	Der Auszugstest	586
15.9.8	Die optische Bewertung des Prüflings	587
15.9.9	Auszugswerte bei Spliceverbindungen	587
15.9.10	Crimpkraftüberwachung.....	587
15.10	Anwendungsbeispiele	588
16.	Montage – Demontage von Crimpkontakten	589
16.1	Verlegen von Leitungen	589
16.2	Das Steckergehäuse.....	590
16.3	Rastfunktion – Rastnasen	592
16.4	Kammerspiel.....	593
16.5	Der Crimpkontakt im Steckergehäuse	594
16.6	Crimpkontakt montieren	595
16.7	Prüfen der Montage	598
16.8	Steckermontage auf Vollautomaten.....	599
16.9	Demontage von Crimpkontakten	600
17.	Crimptechnik – Verfahrenshinweise	604
17.1	Vorwort & Hinweise.....	604
17.2	Aufgabenstellung & Ausgangspositionen.....	605
17.3	Welche Vorgabe bei welcher Anwendung?.....	605

17.4 Grundlagen: Prüfmethoden	606
17.4.1 Crimpmaße messen	606
17.4.2 Schliffbilderstellung.....	607
17.4.2.1 Position der Schliffebene	607
17.4.2.2 Trennen, Polieren und Reinigen.....	607
17.4.3 Auszugstest.....	607
17.4.4 Crimpkraftüberwachung.....	608
17.4.4.1 Der Lernprozess (Teach In)	609
17.4.4.2 Überprüfen der Crimpkraftüberwachung	609
17.5 Das Leitungsmaterial.....	610
17.6 Verarbeitung von Leitermaterialien	610
17.7 Abisolierergebnis	611
17.8 Prüfprotokoll - Die offene Crimphülse	611
17.8.1 Bezeichnungen – Definitionen.....	611
17.8.2 Die offene Crimphülse (Ohne Seal).....	612
17.8.3 Isolationscrimp.....	613
17.8.4 Isolationscrimp mit Seal	614
17.9 Schliffbildreport – Drahtcrimp	615
17.11 Freigabe von Crimpverbindungen.....	616
17.11.1 Datenerfassung	616
17.11.2 Erstellung von Mustercrimps.....	617
17.11.3 Prüfen	617
17.11.4 Auswertung	617
17.11.4.1 Crimpverbindung OK	617
17.11.4.2 Crimpverbindung NOK.....	617
17.12 Freigabe von Fertigungseinrichtungen.....	618
17.12.1 Zuständigkeiten	618
17.12.2 Die Crimpmaschine	618
17.12.3 Das Crimpwerkzeug	619
17.12.4 Die Handcrimpzange	619
17.12.5 Fertigungsabläufe	620
17.12.6 Dokumentation der Freigabe.....	620
17.13 Fertigungsbegleitende Prüfungen.....	621
17.13.1 Abhängig vom Verarbeitungsequipment.....	621
17.13.2 Abhängig von Aktionen in der Fertigung.....	622
17.13.3 Prüfintervalle	623
17.13.4 Begleitende Dokumente für Lieferungen	623
17.13.4.1 Prüfprotokoll	623
17.13.4.2 Schliffbildreport.....	623
17.13.4.3 Sonstige Dokumente	623
17.14 Weitere Kontaktformen.....	624

17.14.1 Gedrehter Kontakt	624
17.14.1.1 Schliffbild: Erstellung & Bewertung.....	624
17.14.1.2 Sichtprüfung der Crimpverbindung.....	624
17.14.2 Aderendhülse	625
17.14.2.1 Sichtprüfung	625
17.14.2.2 Montagehinweis.....	625
18. Die Crimp-Qualität in den "Griff" bekommen – Nur wie anfangen?.....	626
18.1 Vorwort	626
18.2 Grundsätzliches	627
18.3 Die Crimpspezifikation.....	627
18.4 Das Datenblatt	628
18.5 Datenerfassung.....	628
18.5.1 Crimpkontakt	628
18.5.2 Datenerfassung Leitung.....	629
18.6 Das Crimpwerkzeug.....	629
18.6.1 Das Crimpwerkzeug: Ein erster Check.....	629
18.7 Der Mustercrimp und die Sichtprüfung.....	630
18.8 Das Sichtprüfprotokoll	631
18.9 Mustercrimp Messergebnisse ermitteln.....	631
18.10 Zwischenergebnis und Korrektur	632
18.11 Das Schliffbild	632
18.12 Auswertung und Archivierung.....	633
18.13 Crimpverbindung ist Nicht in Ordnung! Und nun?	633
19. Anhänge	635
19.1 Elektrische Grundlagen der Crimp- und Presstechnik	635
19.2 Elektrischer Widerstand	635
19.3 Spezifischer Widerstand und Leitfähigkeit	635
19.4 Leiterwiderstand.....	635
19.5 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes.....	636
19.6 Temperaturbeiwerte von Werkstoffen bei 20 °C.....	636
19.7 Der Übergangswiderstand.....	637
20. Alternative Verarbeitungstechniken.....	638
20.1 Verzinnen – Spitzenverzinnung	638
20.1.1 Grundsätzliches.....	638
20.1.2 Abisolieren und Verdrillen	638
20.1.2.1 Manuelles Verdrillen	639
20.1.2.2 Verdrillen auf Automaten	639
20.1.3 Die Flux-Station – Flussmittel.....	640
20.1.4 Verzinnstationen.....	640
20.1.5 Vollverzinnung – Spitzenverzinnung.....	642
20.1.5.1 Vollverzinnung.....	642
20.1.5.2 Spitzenverzinnung	642

20.1.6 Fehler beim Verzinnen.....	643
20.2 Ultraschall in der Kabelverarbeitung	644
20.2.1 Allgemeines.....	644
20.2.2 Anwendungsbeispiele	645
20.2.3 Der Schall.....	646
20.2.4 Schallwellen	647
20.2.5 Schallgeschwindigkeit.....	648
20.2.6 Der Piezo Effekt.....	649
20.2.7 Definitionen Ultraschallschweißen.....	650
20.2.7.1 Die Schweißeinheit	650
20.2.7.2 Generator	651
20.2.7.3 Der Konverter	651
20.2.7.4 Der Booster	652
20.2.7.5 Die Sonotrode	652
20.2.8 Qualitätsmerkmale.....	652
20.2.8.1 Litzenqualität	652
20.2.8.2 Drahtdurchmesser	652
20.2.8.3 Materialhärte	653
20.2.8.4 Die Oberfläche	653
20.2.8.5 Die Legierung	653
20.2.9 Schweißbare Materialien.....	654
20.2.10 Werkzeuge	655
20.2.11 Konstruktive Gestaltung der Werkzeugoberfläche	655
20.2.12 Einfluss auf die Energiedurchdringung	656
20.2.13 Werkzeugmaterialien	656
20.2.14 Einflussgrößen auf die Werkzeugstandzeiten.....	656
20.2.15 Einfluss auf die Frequenz.....	657
20.2.16 Das Spaltmass	658
20.2.17 Das Prinzip – Der Litzenknoten.....	658
20.2.18 Abisolieren.....	659
20.2.19 Die Abisolierlänge der Litzen.....	660
20.2.20 Der Arbeitsablauf Ultraschallschweißen Litzenknoten	660
20.2.21 Qualitätsanforderungen	661
20.2.21.1 Anforderung an eine gute Schweißverbindung	661
20.2.21.2 Elektrische Eigenschaften.....	662
20.2.21.3 Mechanische Belastung.....	662
20.2.21.4 Die Gasdichte Verbindung: Chemische Resistenz.....	662
20.2.21.5 Gratfreiheit	662
20.2.21.6 Isolierbarkeit	663
20.2.22 Prüfen	663
20.2.22.1 Sichtprüfung	663

20.2.22.2 Zugtest	664
20.2.22.3 Schältest	664
20.2.22.4 Schliffbild	665
20.2.22.5 Labortest	665
20.2.23 Automatische Qualitätskontrolle	666
20.2.24 Fehlschweißungen erkennen	667
20.2.25 Verdichtungsgrad	669
21. Stichwortverzeichnis	670

© Kabelforum.com